

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC978 U.S.P.T.O.
09/892605
06/28/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年11月16日

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

出願番号

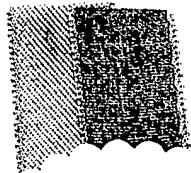
Application Number:

特願2000-349874

出願人

Applicant(s):

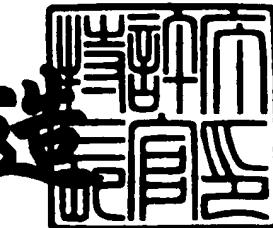
松下電器産業株式会社



2001年 6月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕



【書類名】 特許願
【整理番号】 2022520326
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02F 2/00
H04B 10/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 笹井 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 布施 優

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098291

【弁理士】

【氏名又は名称】 小笠原 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035367

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9405386

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線アクセス用光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 各々異なるサービスエリアをカバーする第1～第n（nは、2以上の整数）の無線基地局とセンタ局との間を、当該無線基地局に各々対応して設けられる第1～第nの上り用及び下り用光ファイバでそれぞれ接続して、無線信号を双方向に光伝送する無線アクセス用光伝送システムであって、

前記センタ局は、

1つ以上の所定の中間周波数信号を、前記第1～第nの無線基地局に一意に対応した相互に異なる波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの光信号に、それぞれ変換する第1～第nの電気光変換部と、

変換された前記第1～第nの光信号を多重する波長多重部と、

予め定めた周波数の局発信号を出力する局発信号源と、

前記波長多重部から出力される多重光信号を、前記局発信号に基づいて強度変調する光変調部と、

強度変調された前記多重光信号を、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの変調光信号にそれぞれ波長分離し、当該第k（k=1～n）の変調光信号を、前記第kの下り用光ファイバへ送出する波長分離部とを備え、

前記第kの無線基地局は、前記第kの下り用光ファイバを介して伝送される波長 λ_{dk} の前記第kの変調光信号を受信し、当該変調光信号を無線周波数帯域の電気信号に変換して出力する光電気変換部を備える、無線アクセス用光伝送システム。

【請求項2】 各々異なるサービスエリアをカバーする第1～第n（nは、2以上の整数）の無線基地局とセンタ局との間を、当該無線基地局に各々対応して設けられる第1～第nの上り用及び下り用光ファイバでそれぞれ接続して、無線信号を双方向に光伝送する無線アクセス用光伝送システムであって、

前記センタ局は、

1つ以上の所定の中間周波数信号を、前記第1～第nの無線基地局に一意に対応した相互に異なる波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの下り光信号に、それぞ

れ変換する第1～第nの電気光変換部と、

波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ のいずれとも異なり、かつ、相互に異なる波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の第1～第nの上り光信号を、それぞれ出力する第1～第nの上り用光源と、

変換された前記第1～第nの下り光信号と、出力される前記第1～第nの上り光信号とを多重する波長多重部と、

予め定めた周波数の局発信号を出力する局発信号源と、

前記波長多重部から出力される多重光信号を、前記局発信号に基づいて強度変調する光変調部と、

強度変調された前記多重光信号を、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの変調下り光信号及び波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の第1～第nの変調上り光信号にそれぞれ波長分離し、当該第k ($k = 1 \sim n$) の変調下り光信号を当該第kの変調上り光信号と共に、前記第kの下り用光ファイバへ送出する波長分離部と、

前記第1～第nの上り用光ファイバを介して伝送される光信号を、電気信号にそれぞれ変換する第1～第nの光電気変換部とを備え、

前記第kの無線基地局は、

前記第kの下り用光ファイバを介して伝送される光信号を受信し、波長 λ_{dk} の前記第kの変調下り光信号と波長 λ_{uk} の前記第kの変調上り光信号とに分離する2波長分離部と、

前記2波長分離部で分離された第kの変調下り光信号を、電気信号に変換して出力する光電気変換部と、

前記2波長分離部で分離された第kの変調上り光信号を、入力された無線信号により強度変調して、前記第kの上り用光ファイバへ送出するR F変調部とを備える、無線アクセス用光伝送システム。

【請求項3】 前記第1～第nの下り光信号の波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ は、所定の第1の波長帯域に属するように設定され、

前記第1～第nの上り光信号の波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ は、所定の第2の波長帯域に属するように設定され、

前記第kの無線基地局の前記2波長分離部は、前記第kの下り用光ファイバを

介して伝送される光信号を、前記第1の波長帯域と前記第2の波長帯域とに波長分離することにより、波長 $\lambda_{d,k}$ の前記第kの変調下り光信号と波長 $\lambda_{u,k}$ の前記第kの変調上り光信号とに分離することを特徴とする、請求項2に記載の無線アクセス用光伝送システム。

【請求項4】 各々異なるサービスエリアをカバーする第1～第n（nは、2以上の整数）の無線基地局とセンタ局との間を、当該無線基地局に各々対応して設けられる第1～第nの上り用及び下り用光ファイバでそれぞれ接続して、無線信号を双方向に光伝送する無線アクセス用光伝送システムであって、

前記センタ局は、

1つ以上の所定の中間周波数信号を、前記第1～第nの無線基地局に一意に対応した所定の第1の波長帯域に属する相互に異なる波長 $\lambda_{d,1} \sim \lambda_{d,n}$ の第1～第nの下り光信号に、それぞれ変換する第1～第nの電気光変換部と、

波長 $\lambda_{d,1} \sim \lambda_{d,n}$ のいずれとも異なり、かつ、所定の第2の波長帯域に属する相互に異なる波長 $\lambda_{u,1} \sim \lambda_{u,n}$ の第1～第nの上り光信号を、それぞれ出力する第1～第nの上り用光源と、

変換された前記第1～第nの下り光信号と、出力される前記第1～第nの上り光信号とを多重する波長多重部と、

予め定めた周波数の局発信号を出力する局発信号源と、

前記波長多重部から出力される多重光信号を、前記局発信号に基づいて強度変調する光変調部と、

強度変調された前記多重光信号を、波長 $\lambda_{d,1} \sim \lambda_{d,n}$ の第1～第nの変調下り光信号及び波長 $\lambda_{u,1} \sim \lambda_{u,n}$ の第1～第nの変調上り光信号にそれぞれ波長分離し、当該第k（k=1～n）の変調下り光信号を当該第kの変調上り光信号と共に、前記第kの下り用光ファイバへ送出する波長分離部と、

前記第1～第nの上り用光ファイバを介して伝送される光信号を、電気信号にそれぞれ変換する第1～第nの光電気変換部とを備え、

前記第kの無線基地局は、前記第kの下り用光ファイバを介して伝送される光信号を受信して、波長 $\lambda_{d,k}$ の前記第kの変調下り光信号と波長 $\lambda_{u,k}$ の前記第kの変調上り光信号とに分離し、光電気変換機能を現す前記第1の波長帯域にあ

る前記第kの変調下り光信号を電気信号に変換して出力すると共に、電気光変換機能を現す前記第2の波長帯域にある前記第kの変調上り光信号を、入力された無線信号により強度変調して前記第kの上り用光ファイバへ送出する電界吸収型変調部を備える、無線アクセス用光伝送システム。

【請求項5】 前記第1～第nの上り用光源は、前記第1～第nの下り光信号に一意に対応し、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ が波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ に対してそれぞれ所定量 f_s 異なる前記第1～第nの上り光信号を出力することを特徴とする、請求項2～4のいずれかに記載の無線アクセス用光伝送システム。

【請求項6】 前記センタ局の前記第1～第nの電気光変換部は、

波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の光信号をそれぞれ出力する第1～第nの光源と、

前記第1～第nの光源から出力される光信号を、各々の前記中間周波数信号によりそれぞれ強度変調する第1～第nのIF変調部とで構成されることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の無線アクセス用光伝送システム。

【請求項7】 各々の前記無線基地局で使用される無線信号の周波数は、それぞれ異なるように設定されることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の無線アクセス用光伝送システム。

【請求項8】 各々の前記無線基地局で使用される無線信号の周波数は、カバーするサービスエリアが隣接する前記無線基地局間で異なるように設定されることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の無線アクセス用光伝送システム。

【請求項9】 前記光変調部から出力される光信号が、搬送波と片側帯波成分とからなる光シングルサイドバンド信号であることを特徴とする、請求項1～8のいずれかに記載の無線アクセス用光伝送システム。

【請求項10】 前記光変調部に、マッハツエンダー型の外部変調器を使用し、当該外部変調器におけるバイアス点を、光出力が最小又は最大となる点に設定して、前記局発信号の周波数の2倍の成分で光信号が強度変調されるようにすることを特徴とする、請求項1～8のいずれかに記載の無線アクセス用光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線アクセス用光伝送システムに関し、より特定的には、センタ局と複数の加入者端末とを無線信号（マイクロ波帯やミリ波帯等の高周波無線信号）によって接続する無線アクセスにおいて、センタ局と無線基地局とを光ファイバで接続するための光伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

無線信号を送受信する無線基地局を介して、センタ局と加入者端末との間を接続する無線アクセスに使用される従来の光伝送システム（下り系）の構成を、図8に示す。図8において、従来の光伝送システムは、センタ局500と複数の無線基地局601～60n（nは、2以上の整数）とが、複数の下り用光ファイバ571～57nを介してそれぞれ接続される構成である。

センタ局500は、複数の無線基地局601～60nにそれぞれ対応して、変調部511～51nと、周波数変換部521～52nと、局発信号源531～53nと、外部変調部541～54nと、光源551～55nとを、それぞれ備える。複数の無線基地局601～60nは、光電気変換部611～61nと、アンテナ部641～64nとを、それぞれ備える。

以下、従来の光伝送システムの動作について説明する。

【0003】

センタ局500において、入力端子50k（k=1～n）には、無線基地局60kへ伝送される情報が、ベースバンド信号の形態で入力される。変調部51kは、入力端子50kから入力されるベースバンド信号を、中間周波数帯の信号（IF信号）に変調する。局発信号源53kは、予め定めた周波数の局発信号を出力する。周波数変換部52kは、変調部51kで変調されたIF信号と局発信号源53kから出力される局発信号とを入力し、局発信号によってIF信号を無線周波数の信号（RF信号）に周波数変換する。光源55kは、予め定めた波長の光信号を発生させる。外部変調部54kは、周波数変換部52kで変換されたRF信号と光源55kから出力される光信号とを入力し、RF信号によって光信号

の強度を変調する。この強度変調された光信号は、下り用光ファイバ57kを介して、無線基地局60kへ伝送される。

【0004】

センタ局500から伝送された光信号は、下り用光ファイバ57kを伝搬し、無線基地局60kへ入力される。

無線基地局60kにおいて、光電気変換部61kは、入力される光信号を電気信号に変換して、RF信号を出力する。この出力されたRF信号は、無線信号として、アンテナ部64kから加入者端末に向けて空間へ放出される。

【0005】

このように、従来の光伝送システムでは、センタ局500においてIF信号からRF信号への周波数変換を行っているので、各無線基地局601～60nには、光電気変換部611～61nだけを、それぞれ設置すればよい。従って、上記従来の光伝送システムでは、無線基地局601～60nを小型化して提供することができるという効果がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図8に示した従来の光伝送システムの構成では、周波数変換部521～52n、外部変調部541～54n及び光電気変換部611～61nが、各無線周波数帯で動作する高周波デバイス（アクティブデバイス）であることが要求される。このような高周波デバイスは、コストが高い。従って、上述した従来の光伝送システムのように、センタ局500が複数の無線基地局601～60nを管理するような構成では、高価なデバイスがn個必要となり、システム全体が非常に高価になるという課題があった。

【0007】

それ故、本発明の目的は、IF信号からRF信号への周波数変換を光伝送路上で光学的に行うことによって、無線基地局に高周波デバイスを用いる必要をなくし、また、複数の無線基地局に向けた伝送信号をセンタ局で一括して周波数変換する構成とすることによって、低成本で実現できる無線アクセス用光伝送システムを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第1の発明は、各々異なるサービスエリアをカバーする第1～第n（nは、2以上の整数）の無線基地局とセンタ局との間を、当該無線基地局に各々対応して設けられる第1～第nの上り用及び下り用光ファイバでそれぞれ接続して、無線信号を双方向に光伝送する無線アクセス用光伝送システムであって、

センタ局は、

1つ以上の所定の中間周波数信号を、第1～第nの無線基地局に一意に対応した相互に異なる波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの光信号に、それぞれ変換する第1～第nの電気光変換部と、

変換された第1～第nの光信号を多重する波長多重部と、

予め定めた周波数の局発信号を出力する局発信号源と、

波長多重部から出力される多重光信号を、局発信号に基づいて強度変調する光変調部と、

強度変調された多重光信号を、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの変調光信号にそれぞれ波長分離し、当該第k（k=1～n）の変調光信号を、第kの下り用光ファイバへ送出する波長分離部とを備え、

第kの無線基地局は、第kの下り用光ファイバを介して伝送される波長 λ_{dk} の第kの変調光信号を受信し、当該変調光信号を無線周波数帯域の電気信号に変換して出力する光電気変換部を備える。

【0009】

上記のように、第1の発明によれば、波長多重した光信号を一括して外部変調して中間周波数帯の信号を無線周波数帯に周波数変換する。このため、従来必要であった電気的周波数変換部が不要になると共に、光学的周波数変換を行う光変調部を複数の無線基地局で共有できる。また、複数の無線基地局へ伝送すべき無線周波数帯の信号を光波長領域で分離するため、複数の無線基地局から放射する無線周波数が同じであっても、容易に分離を行うことができる。

【0010】

第2の発明は、各々異なるサービスエリアをカバーする第1～第nの無線基地

局とセンタ局との間を、当該無線基地局に各々対応して設けられる第1～第nの上り用及び下り用光ファイバでそれぞれ接続して、無線信号を双方向に光伝送する無線アクセス用光伝送システムであって、

センタ局は、

1つ以上の所定の中間周波数信号を、第1～第nの無線基地局に一意に対応した相互に異なる波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの下り光信号に、それぞれ変換する第1～第nの電気光変換部と、

波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ のいずれとも異なり、かつ、相互に異なる波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の第1～第nの上り光信号を、それぞれ出力する第1～第nの上り用光源と、

変換された第1～第nの下り光信号と、出力される第1～第nの上り光信号とを多重する波長多重部と、

予め定めた周波数の局発信号を出力する局発信号源と、

波長多重部から出力される多重光信号を、局発信号に基づいて強度変調する光変調部と、

強度変調された多重光信号を、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの変調下り光信号及び波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の第1～第nの変調上り光信号にそれぞれ波長分離し、当該第kの変調下り光信号を当該第kの変調上り光信号と共に、第kの下り用光ファイバへ送出する波長分離部と、

第1～第nの上り用光ファイバを介して伝送される光信号を、電気信号にそれぞれ変換する第1～第nの光電気変換部とを備え、

第kの無線基地局は、

第kの下り用光ファイバを介して伝送される光信号を受信し、波長 λ_{dk} の第kの変調下り光信号と波長 λ_{uk} の第kの変調上り光信号とに分離する2波長分離部と、

2波長分離部で分離された第kの変調下り光信号を、電気信号に変換して出力する光電気変換部と、

2波長分離部で分離された第kの変調上り光信号を、入力された無線信号により強度変調して、第kの上り用光ファイバへ送出するR F変調部とを備える。

【0011】

上記のように、第2の発明によれば、上り用の信号を伝送するための異なる波長の光を出力する第1～第nの光源を設け、下り光信号と波長多重する。これにより、光変調部を、下り光信号だけでなく上り光信号の局発信号の光変調用として、複数の無線基地局で共用することができる。また、局発信号で変調された上り光信号が、アンテナ部で受信される無線信号で強度変調されることで、局発信号と無線信号とのミキシングが光領域で生じるため、無線基地局は、無線信号を中間周波数に変換する周波数変換機能をも合わせ持つことができる。

【0012】

第3の発明は、第2の発明に従属する発明であって、

第1～第nの下り光信号の波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ は、所定の第1の波長帯域に属するように設定され、

第1～第nの上り光信号の波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ は、所定の第2の波長帯域に属するように設定され、

第kの無線基地局の2波長分離部は、第kの下り用光ファイバを介して伝送される光信号を、第1の波長帯域と第2の波長帯域とに波長分離することにより、波長 λ_{dk} の第kの変調下り光信号と波長 λ_{uk} の第kの変調上り光信号とに分離することを特徴とする。

【0013】

上記のように、第3の発明によれば、第1～第nの電気光変換部から出力される光信号の波長と、第1～第nの光源から出力される光信号の波長とを、それぞれまとまった範囲の波長帯域に属するように設定する。これにより、無線基地局の2波長分離部において、変調下り光信号と変調上り光信号とを容易に分離することができる。

【0014】

第4の発明は、各々異なるサービスエリアをカバーする第1～第nの無線基地局とセンタ局との間を、当該無線基地局に各々対応して設けられる第1～第nの上り用及び下り用光ファイバでそれぞれ接続して、無線信号を双方向に光伝送する無線アクセス用光伝送システムであって、

センタ局は、

1つ以上の所定の中間周波数信号を、第1～第nの無線基地局に一意に対応した所定の第1の波長帯域に属する相互に異なる波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの下り光信号に、それぞれ変換する第1～第nの電気光変換部と、

波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ のいずれとも異なり、かつ、所定の第2の波長帯域に属する相互に異なる波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の第1～第nの上り光信号を、それぞれ出力する第1～第nの上り用光源と、

変換された第1～第nの下り光信号と、出力される第1～第nの上り光信号とを多重する波長多重部と、

予め定めた周波数の局発信号を出力する局発信号源と、

波長多重部から出力される多重光信号を、局発信号に基づいて強度変調する光変調部と、

強度変調された多重光信号を、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の第1～第nの変調下り光信号及び波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の第1～第nの変調上り光信号にそれぞれ波長分離し、当該第kの変調下り光信号を当該第kの変調上り光信号と共に、第kの下り用光ファイバへ送出する波長分離部と、

第1～第nの上り用光ファイバを介して伝送される光信号を、電気信号にそれぞれ変換する第1～第nの光電気変換部とを備え、

第kの無線基地局は、第kの下り用光ファイバを介して伝送される光信号を受信して、波長 λ_{dk} の第kの変調下り光信号と波長 λ_{uk} の第kの変調上り光信号とに分離し、光電気変換機能を現す第1の波長帯域にある第kの変調下り光信号を電気信号に変換して出力すると共に、電気光変換機能を現す第2の波長帯域にある第kの変調上り光信号を、入力された無線信号により強度変調して第kの上り用光ファイバへ送出する電界吸収型変調部を備える。

【0015】

上記のように、第4の発明によれば、第1～第nの電気光変換部から出力される光信号の波長と、第1～第nの光源から出力される光信号の波長とを適切に設定し、上記第2の発明における2波長分離部、光電気変換部及びRF変調部に代えて、入力される光信号の波長に依存して、光電気変換及び電気光変換を行う電

界吸収型変調部を無線基地局に設置する。これにより、上記第2の発明の構成によって得られる効果に加えて、無線基地局の構成を大幅に簡易化することが可能となる。

【0016】

第5の発明は、第2～第4の発明に従属する発明であって、第1～第nの上り用光源は、第1～第nの下り光信号に一意に対応し、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ が波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ に対してそれぞれ所定量 f_s 異なる第1～第nの上り光信号を出力することを特徴とする。

【0017】

上記のように、第5の発明によれば、波長分離部の構成に等波長間隔に多重されたn個の光信号を分離するn出力波長分離器を用いるだけで、波長 λ_{dk} と λ_{uk} と一緒に簡単に分離することが可能となる。

【0018】

第6の発明は、第1～第4の発明に従属する発明であって、センタ局の第1～第nの電気光変換部は、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の光信号をそれぞれ出力する第1～第nの光源と、第1～第nの光源から出力される光信号を、各々の中間周波数信号によりそれぞれ強度変調する第1～第nのI F変調部とで構成されることを特徴とする。

【0019】

上記のように、第6の発明によれば、無線基地局へ伝送すべき中間周波数信号を外部変調により光信号に変換する。このため、上記第1～第3の発明の構成によって得られる効果に加えて、分散性を有する光ファイバで光信号を伝送させた場合でも、波長分散歪を生じないという効果が得られる。

【0020】

第7の発明は、第1～第6の発明に従属する発明であって、各々の無線基地局で使用される無線信号の周波数は、それぞれ異なるように設定されることを特徴とする。

【0021】

第8の発明は、第1～第6の発明に従属する発明であって、

各々の無線基地局で使用される無線信号の周波数は、カバーするサービスエリアが隣接する無線基地局間で異なるように設定されることを特徴とする。

【0022】

上記のように、第7及び第8の発明によれば、隣接するサービスエリア間で無線信号が干渉する恐れがなくなる。

【0023】

第9の発明は、第1～第8の発明に従属する発明であって、光変調部から出力される光信号が、搬送波と片側帯波成分とからなる光シングルサイドバンド信号であることを特徴とする。

【0024】

第10の発明は、第1～第8の発明に従属する発明であって、光変調部に、マッハツエンダー型の外部変調器を使用し、当該外部変調器におけるバイパス点を、光出力が最小又は最大となる点に設定して、局発信号の周波数の2倍の成分で光信号が強度変調されることを特徴とする。

【0025】

上記のように、第9及び第10の発明によれば、従来、光ファイバに分散性がある場合に生じていた光電気変換後の電気信号レベルの減少を、回避することが可能となる。また、第10の発明によれば、局発信号の発振周波数が従来の半分でよく、局発信号源及び外部変調器の動作周波数が半分でよい。

【0026】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムの構成を示すブロック図である。図1において、第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムは、センタ局100と複数の無線基地局201～20n（nは、2以上の整数）とが、複数の下り用光ファイバ171～17nを介してそれぞれ接続される構成である。

センタ局100は、複数の無線基地局201～20nにそれぞれ対応した複数の変調部111～11n及び複数の電気光変換部121～12nと、波長多重部

130と、局発信号源140と、光変調部150と、波長分離部160とを備える。複数の無線基地局201～20nは、光電気変換部211～21nと、アンテナ部241～24nとを、それぞれ備える。

以下、第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムの動作について説明する。

【0027】

センタ局100において、入力端子10k ($k = 1 \sim n$) には、無線基地局20kへ伝送される情報が、ベースバンド信号の形態で入力される。変調部11kは、入力端子10kから入力されるベースバンド信号を、予め定められた周波数のIF信号に変調する。この周波数は、無線基地局20kから加入者端末へ送信される無線信号の周波数に基づいて、決定される。電気光変換部12kは、直接変調方式によって、変調部11kで変調されたIF信号を光信号に変換する。ここで、各電気光変換部121～12nで変換された光信号の波長は、相互に異なるように予め割り当てられている。例えば、各光信号の波長が等間隔になるよう、電気光変換部121～12nが設定される。波長多重部130は、電気光変換部121～12nからそれぞれ出力される異なる波長の光信号を、波長多重する。局発信号源140は、予め定めた周波数 f_{L0} の局発信号を出力する。この局発信号の周波数 f_{L0} は、変調部111～11nの変調周波数と、各無線基地局201～20nから加入者端末へ送信される無線信号の周波数とに基づいて、決定される。光変調部150は、波長多重部130で波長多重された光信号と局発信号源140から出力される局発信号とを入力し、局発信号によって波長多重された光信号を一括して強度変調する。この強度変調によって、IF成分がRF成分へ光学的に変換された光信号を得ることができる。波長分離部160は、光変調部150で強度変調された光信号を波長に応じて複数の光信号に分離し、下り用光ファイバ171～17nを介して、対応する光信号を各無線基地局201～20nへそれぞれ伝送する。

【0028】

センタ局100から伝送された光信号は、下り用光ファイバ171～17nをそれぞれ伝搬し、各無線基地局201～20nへ入力される。

無線基地局20kにおいて、光電気変換部21kは、入力される光信号を電気信号に変換して、RF信号を出力する。この変換により、IF信号が周波数変換されたRF信号を得ることができる。この出力されたRF信号は、所望の周波数成分のみが抽出された後、無線信号としてアンテナ部24kから加入者端末に向けて空間へ放出される。

【0029】

ここで、無線基地局がカバーするサービスエリア（セル）と無線周波数の設定との関係について、図2を用いて簡単に説明する。図2では、無線基地局201と無線基地局202とが、また無線基地局202と無線基地局203とが、互いに隣接するサービスエリアをカバーする場合を一例に挙げている。

このような場合、隣接するサービスエリアをカバーする双方の無線基地局から放射されるRF信号の周波数は、干渉の観点から互いに異なる周波数に設定される。例えば、無線基地局201の無線周波数が f_1 に、無線基地局202の無線周波数が f_2 に、無線基地局203の無線周波数が f_3 に設定される（ $f_1 \neq f_2$ かつ $f_2 \neq f_3$ ）。なお、各無線基地局の無線周波数は、それぞれ異なるように設定されてもよいし、図2のように、隣接しないサービスエリアをカバーしている無線基地局201と無線基地局203とに関して、同一の無線周波数（ $f_1 = f_3$ ）が設定されても構わない。

【0030】

以上のように、本発明の第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムによれば、近接又は同一の周波数を有するIF信号を、それぞれ異なる波長の光強度変調信号に変換する。そして、この各光強度変調信号を波長多重した後、外部変調方式により局発信号で一括して強度変調する。従って、複数のIF信号からRF信号への周波数変換を光学的に一括して行うため、電気的周波数変換部が必要になると共に、光学的周波数変換を行う光変調部を複数の無線基地局で共有できるので、低コストな周波数変換を実現することができる。

また、一括して外部強度変調された光信号を、波長に応じて分離した後で各無線基地局へ光伝送するため、複数のRF信号の周波数が同一である場合でも、互いに干渉することなく伝送することができる。加えて、光信号を光波長領域で容

易に分離できるので、低コストな無線アクセス用光伝送システムを提供することができる。

【0031】

なお、上記実施形態では、波長分離部160をセンタ局100内に設置する構成を説明したが、必ずしもその必要はない。例えば、波長分離部160は、独立した中継局のように分離して設置されてもよいし、各無線基地局201～20n内に設置されてもよいし。ただし、後者の場合、光変調部150から出力される光信号を分岐して各無線基地局201～20nへ出力する構成を、センタ局100内に新たに設ける必要がある。

また、上記実施形態では、電気光変換部121～12nに入力されるI F信号が1チャネルである場合を説明したが、それぞれマルチチャネルのI F信号が入力される場合でも、同様の効果が得られる。この場合、各チャネルのI F信号が周波数分割多重により合波された後、電気光変換部121～12nに入力されるようにするとよい。

【0032】

さらに、本実施形態では、2重に強度変調を行うようにしたので、波長多重されたI F信号の強度変調（電気光変換部121～12n）に、比較的低周波信号にしか適用できないが外部変調器と比べて歪特性に優れた半導体レーザを、局発信号の強度変調（光変調部150）に、高周波数まで動作する外部変調器を、使用することが可能となる。また、局発信号の周波数は比較的高いので、局発信号の強度変調に、変調用に特定の高周波数帯域で整合がとられた外部変調器を使用することも可能となる。また、局発信号の強度変調に、マッハツエンダー型の外部変調器を使用することも可能である。このマッハツエンダー型の外部変調器を使用する場合、バイアス点を光出力が最大又は最小となる点に設定することによって、局発信号の周波数の2倍の周波数で、光学的な周波数変換を行うことが可能となる。このバイアス点を設定する方法は、2次歪成分が大きくなるため、波長多重されたI F信号の強度変調には使用できないが、局発信号が1キャリアだけなので、局発信号の強度変調には使用することができる。また、この方法では、強度変調に用いる局発信号の周波数は、通常の周波数変換と比べて1/2の周

波数でよいため、局発信号源140及び光変調部150として低コストのものを使用することができる。

【0033】

(第2の実施形態)

上記第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムでは、電気光変換部121～12nにおいて、IF信号を直接変調方式によって光信号にそれぞれ変換している。従って、マルチチャネルのIF信号を電気光変換すると、波長チャープが発生する。このため、下り用光ファイバ171～17nの波長分散がある場合、波長分散歪が生じて伝送特性が劣化してしまう。

そこで、第2の実施形態では、波長チャープが発生しない無線アクセス用光伝送システムを説明する。

【0034】

図3は、本発明の第2の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムの構成を示すブロック図である。図3において、第2の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムは、センタ局100と複数の無線基地局201～20nとが、複数の下り用光ファイバ171～17nを介してそれぞれ接続される構成である。

センタ局100は、複数の無線基地局201～20nにそれぞれ対応した複数の変調部111～11n、複数の光源311～31n及び複数のIF変調部321～32nと、波長多重部130と、局発信号源140と、光変調部150と、波長分離部160とを備える。複数の無線基地局201～20nは、光電気変換部211～21nと、アンテナ部241～24nとを、それぞれ備える。

本第2の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムにおいて、上記第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムと同一である構成部分については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

以下、第2の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムで、異なる構成部分の動作を中心に説明する。

【0035】

光源311～31nは、それぞれ異なる波長の光信号を出力する。例えば、光源311～31nは、各波長が等間隔となるように光信号をそれぞれ出力する。

I F 変調部 32 k は、変調部 11 k で変調された I F 信号と光源 31 k から出力される光信号とをそれぞれ入力し、I F 信号によって光信号を強度変調する。これらの強度変調された光信号は、波長多重部 130において波長多重され、その後上述した処理が施されて各無線基地局 201～20n へ光伝送される。

【0036】

このように、図3に示す第2の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムでは、光源 311～31n 及び I F 変調部 321～32n を使用して、外部変調方式によって I F 信号を光信号に変換するため、波長チャープが発生しない。従って、下り用光ファイバ 171～17n の波長分散がある場合でも、伝送特性を劣化させることなく伝送することができる。この第2の実施形態のような構成は、光ファイバ側で特性を変更できない場合、例えば、すでに敷設済みの光ファイバを使用して新たにシステムを構築する場合に、特に有用である。

【0037】

なお、分岐損失や伝送損失を補償するために光増幅器を使用する必要がある場合、電気光変換部 121～12n に使用される光源の波長としては、1.5 μm の波長が使用される。このとき、すでに敷設済みの光ファイバがシングルモードファイバ (SMF) であって、光変調部 150 で行われる変調方式としてダブルサイドバンド変調 (DSB変調) を用い、マイクロ波帯やミリ波帯の高周波信号を SMF で光伝送すると、SMF の分散の影響により、伝送距離によっては光伝送後の高周波信号の電力が大きく減少することがある。この分散の影響を回避するためには、光変調部 150 で行われる変調方式に、搬送波と片側帯波成分とかなる光シングルサイドバンド変調 (光SSB変調) を用いればよい。また、光変調部 150 としてマッハツエンダー型の外部変調器を使用し、光出力が最小又は最大となる点をバイアス点に設定して、外部変調を行えばよい。

【0038】

(第3の実施形態)

さて、上記第1及び第2の実施形態では、センタ局 100 から加入者端末へ(下り方向で)情報を伝送する場合に特徴があったため、下り方向のみの構成を備えた無線アクセス用光伝送システムを説明した。

次に、この第3の実施形態では、I F信号が周波数変換された光信号状態のRF信号を、加入者端末からセンタ局100へ（上り方向で）情報を伝送する場合にも利用することで、上り方向の伝送に必要な構成を簡素化した無線アクセス用光伝送システムを説明する。

【0039】

図4は、本発明の第3の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムの構成を示すブロック図である。図4において、第3の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムは、センタ局100と複数の無線基地局201～20nとが、複数の下り用光ファイバ171～17n及び上り用光ファイバ471～47nを介してそれぞれ接続される構成である。

センタ局100は、複数の無線基地局201～20nにそれぞれ対応した複数の変調部111～11n、複数の電気光変換部121～12n、複数の上り用光源411～41n、複数の光電気変換部451～45n及び複数の復調部461～46nと、波長多重部131と、局発信号源140と、光変調部150と、波長分離部160とを備える。複数の無線基地局201～20nは、光電気変換部211～21nと、アンテナ部241～24nと、2波長分離部421～42nと、サーチュレータ部431～43nと、RF変調部441～44nとを、それぞれ備える。

本第3の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムにおいて、上記第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムと同一である構成部分については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

以下、第3の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムで、異なる構成部分の動作を中心に説明する。

【0040】

まず、センタ局100から各無線基地局201～20nへの下り方向の伝送について説明する。

上り用光源411～41nは、各無線基地局201～20nからセンタ局100へ上り信号を伝送するために用いる光信号を、それぞれ出力する。ここで、各上り用光源411～41nは、出力する光信号の波長が、それぞれ互いに異なり

、かつ各電気光変換部121～12nに予め割り当てられている波長とも異なるように、設定される。波長多重部131は、電気光変換部121～12nからそれぞれ出力される異なる波長の光信号と、上り用光源411～41nからそれぞれ出力される異なる波長の光信号とを、波長多重する。光変調部150は、波長多重部131で波長多重された光信号と局発信号源140から出力される局発信号とを入力し、局発信号によって波長多重された光信号を一括して強度変調する。波長分離部160は、光変調部150で強度変調された光信号を波長に応じて複数の光信号に分離し、下り用光ファイバ171～17nを介して、対応する光信号を各無線基地局201～20nへそれぞれ伝送する。すなわち、波長分離部160は、電気光変換部12kから出力される光信号と、上り用光源41kから出力される光信号とを、下り用光ファイバ17kを介して無線基地局20kへ伝送する。

【0041】

無線基地局20kにおいて、2波長分離部42kは、センタ局100から伝送された光信号を波長分離し、電気光変換部12kから出力された光信号を光電気変換部21kへ、上り用光源41kから出力された光信号をRF変調部44kへ出力する。光電気変換部21kは、2波長分離部42kで波長分離された光信号を電気信号に変換する。この変換により、IF信号が周波数変換されたRF信号を得ることができる。このRF信号は、サーチュレータ部43kを通って、アンテナ部24kから加入者端末に向けて空間へ放出される。

【0042】

次に、各無線基地局201～20nからセンタ局100への上り方向の伝送について説明する。

加入者端末から送信されるRF信号は、アンテナ部24kで受信される。この受信されたRF信号は、サーチュレータ部43kを通って、RF変調部44nへ出力される。このように、本発明では、光電気変換部21kとアンテナ部24kとの間にサーチュレータ部43kを設けることで、上り方向と下り方向とでアンテナ部24kを共用する。RF変調部44kは、2波長分離部42kで波長分離された光信号とアンテナ部24kで受信されたRF信号とを入力し、光信号をR

F信号によって強度変調する。RF変調部44kで強度変調された光信号は、上り用光ファイバ47kを介して、センタ局100へ出力される。

【0043】

無線基地局20kから出力された光信号は、上り用光ファイバ47kを伝搬し、センタ局100へ入力される。

センタ局100において、光電気変換部45kは、入力される光信号を電気信号に変換する。この変換により、RF信号が周波数変換されたIF信号を得ることができる。そして、復調部46kは、光電気変換部45kで変換されたIF信号を、ベースバンド信号に復調して、出力端子48kから出力する。

【0044】

ここで、無線基地局20kにおいて、RF変調部44kへ出力される上り用光源41kの光信号は、センタ局100に設けられた光変調部150で、局発信号源140が発生させる局発信号により強度変調されている。従って、RF変調部44kにおいて、波長分離された光信号を受信されたRF信号によって強度変調することによって、局発信号とこのRF信号とで2重に強度変調されることになる。よって、無線基地局20kのRF変調部44kから伝搬される光信号を、センタ局100の光電気変換部45kで受信して検波することにより、両信号間でのミキシングが発生し、RF信号がIF信号に周波数変換されるのである。

このように、本第3の実施形態では、アンテナ部24kで受信された無線信号を光伝送するために、上り用光源41kから出力される光信号を、電気光変換部12kから出力される光信号と共に、光変調部150で強度変調させた後、RF変調部44kでの強度変調に用いる構成とした。これにより、光電気変換部45kにおいてRF信号がIF信号に周波数変換されるため、高周波信号処理用のデバイスが削減できるといった利点がある。

【0045】

次に、図5を参照して、センタ局100の波長分離部160で行われる波長分離動作を、具体例を挙げて説明する。

波長分離部160には、例えば、等波長間隔に多重されたn個の光信号を分離するn出力波長分離器を用いることができる。例えば、このn出力波長分離器に

は、1997年11月に発行された雑誌「O plus E」に掲載されている“波長多重用光半導体部品”（吉國他著）に紹介されているアレイ導波路格子（AWG）のものが使用できる。AWG構成を有するn出力波長分離器は、1つの出力端子側からみると、周期的な通過波長帯域を有する。

従って、このようなn出力波長分離器を用いる場合、図5（a）に示すように、電気光変換部12kから出力される光信号の波長 λ_d kと、上り用光源41kから出力される光信号の波長 λ_u kとを、対応する出力端子の周期的な通過波長帯域に一致させるように予め調整しておく。これにより、電気光変換部12kと上り用光源41kとからそれぞれ出力される2つの異なる波長 λ_d k及び λ_u kの光信号を、同一の出力端子から一緒に取り出すことができる。

【0046】

一方、上述した周期的な通過波長帯域を有するn出力波長分離器ではなく、1つの出力端子側からみると、一定幅の通過波長帯域を有する分離器を、波長分離部160として用いることもできる。このような分離器を用いる場合、図5（b）に示すように、電気光変換部12kから出力される光信号の波長 λ_d kと、上り用光源41kから出力される光信号の波長 λ_u kとを、出力端子の通過波長帯域幅内で近接させるように予め調整しておく。これにより、電気光変換部12kと上り用光源41kとからそれぞれ出力される2つの異なる波長 λ_d k及び λ_u kの光信号を、同一の出力端子から一緒に取り出すことができる。

【0047】

次に、図6及び図7を参照して、各無線基地局201～20nに用いられる他の構成を説明する。

図6は、図4に示す無線基地局20kの2波長分離部42k、光電気変換部21k、サーチュレータ部43k及びRF変調部44kを、電界吸収型変調器49kに代えた無線基地局20kの構成を示すブロック図である。この電界吸収型変調器49kは、光電気変換機能と電気光変換機能とを合わせ持つ機器であるので、図6のように無線基地局20kの構成を簡易化することができる。なお、電界吸収型変調器49kについては、例えば、1999年に発行された文献「IEEE Trans. Microwave Theory Tech. Vo

1. 47、No. 7」に掲載されている“Full-Duplex Fiber-Optic RF Subcarrier Transmission Using a Dual-Function Modulator/Demodulator”(Andreas Sto" hr他著)で述べられている。

電界吸収型変調器49kの光電気変換効率及び電気光変換効率は、図7に点線で示すように、波長依存性を有し、それぞれ異なる波長域において高い効率が得られる特性となる。従って、短波長側に電気光変換部121～12nから出力される光電気変換すべき光信号がそれぞれ配置され、長波長側に上り用光源411～41nから出力される電気光変換すべき光信号がそれぞれ配置されるように、適切な波長設定を行うことで（図7）、電界吸収型変調器49kを有效地に活用することができる。

【0048】

以上のように、本発明の第3の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムによれば、無線基地局で受信した無線信号をセンタ局へ伝送するために、波長の異なる複数の無変調光を下り用の光信号に波長多重し、予め局発信号で外部変調しておくことによって、光信号のまま無線信号をI F信号に周波数変換できる。従って、無線基地局に電気的周波数変換部が不要となり、かつ光学的に周波数変換を行う光変調部を複数の無線基地局で共有することができる。また、光源を無線基地局に設置する必要がなく、メンテナンスが容易になる。さらに、電界吸収型変調器を光受信及び光変調に使用することによって、無線基地局内の構成を簡素化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図2】

無線基地局がカバーするサービスエリア（セル）と無線周波数の設定との関係を説明する図である。

【図3】

本発明の第2の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図4】

本発明の第3の実施形態に係る無線アクセス用光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図5】

波長分離部160で行われる波長分離動作の一例を説明する図である。

【図6】

図4の無線基地局201～20nの他の構成例を示すブロック図である。

【図7】

図6の電界吸収型変調器49kで得られる光電気変換効率及び電気光変換効率の一例を示す図である。

【図8】

従来の光伝送システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

100…センタ局

101～10n, 501～50n…入力端子

111～11n, 511～51n…変調部

121～12n…電気光変換部

130, 131…波長多重部

140, 531～53n…局発信号源

150…光変調部

160…波長分離部

171～17n, 471～47n, 571～57n…光ファイバ

201～20n, 601～60n…無線基地局

211～21n, 451～45n, 611～61n…光電気変換部

241～24n, 641～64n…アンテナ部

311～31n, 411～41n, 551～55n…光源

321～32n…I/F変調部

4 2 1～4 2 n … 波長分離部

4 3 1～4 3 n … サーキュレータ部

4 4 1～4 4 n … R F 変調部

4 6 1～4 6 n … 復調部

4 8 1～4 8 n … 出力端子

4 9 k … 電界吸収型変調器

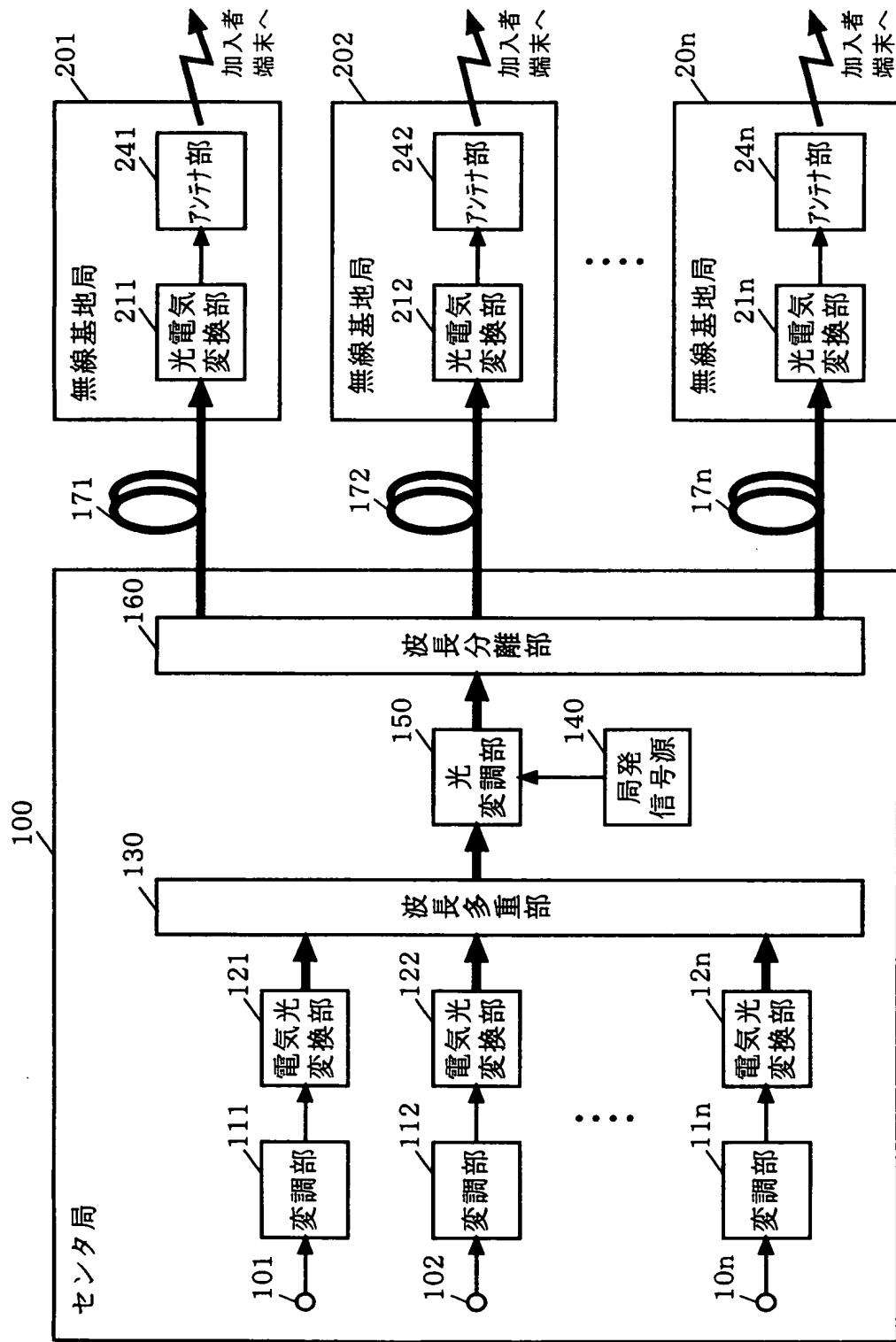
5 2 1～5 2 n … 周波数変換部

5 4 1～5 4 n … 外部変調部

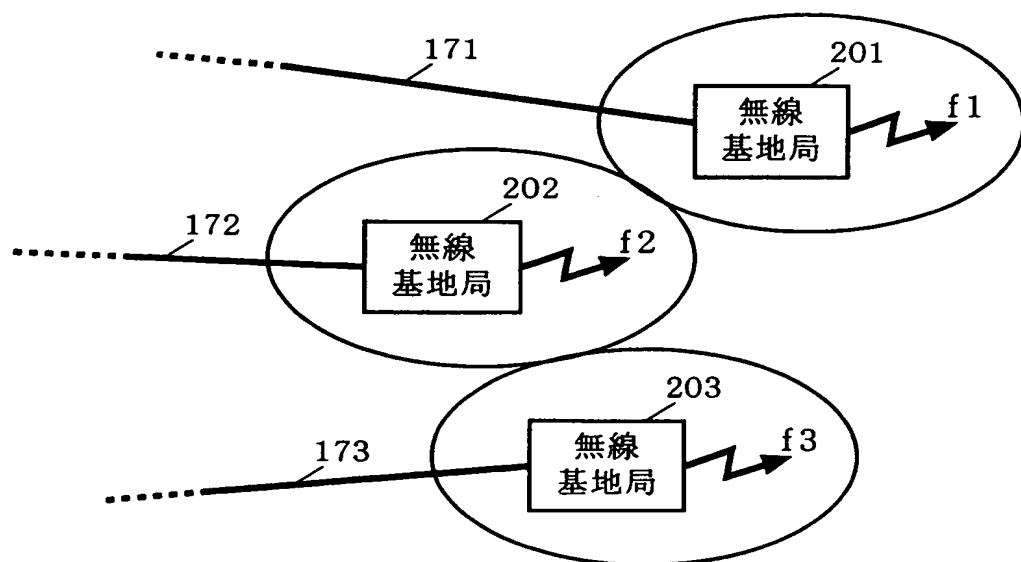
【書類名】

図面

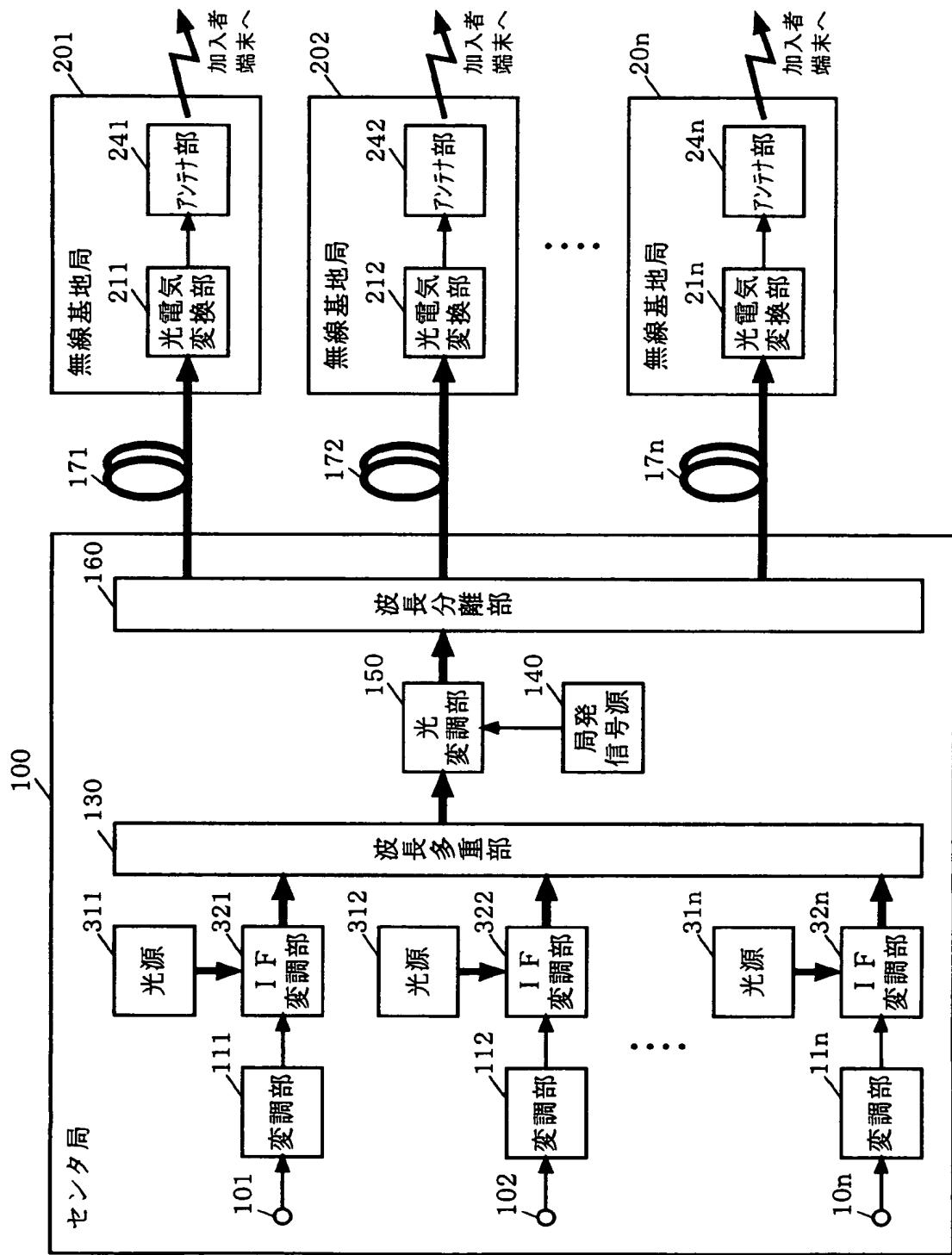
【図1】



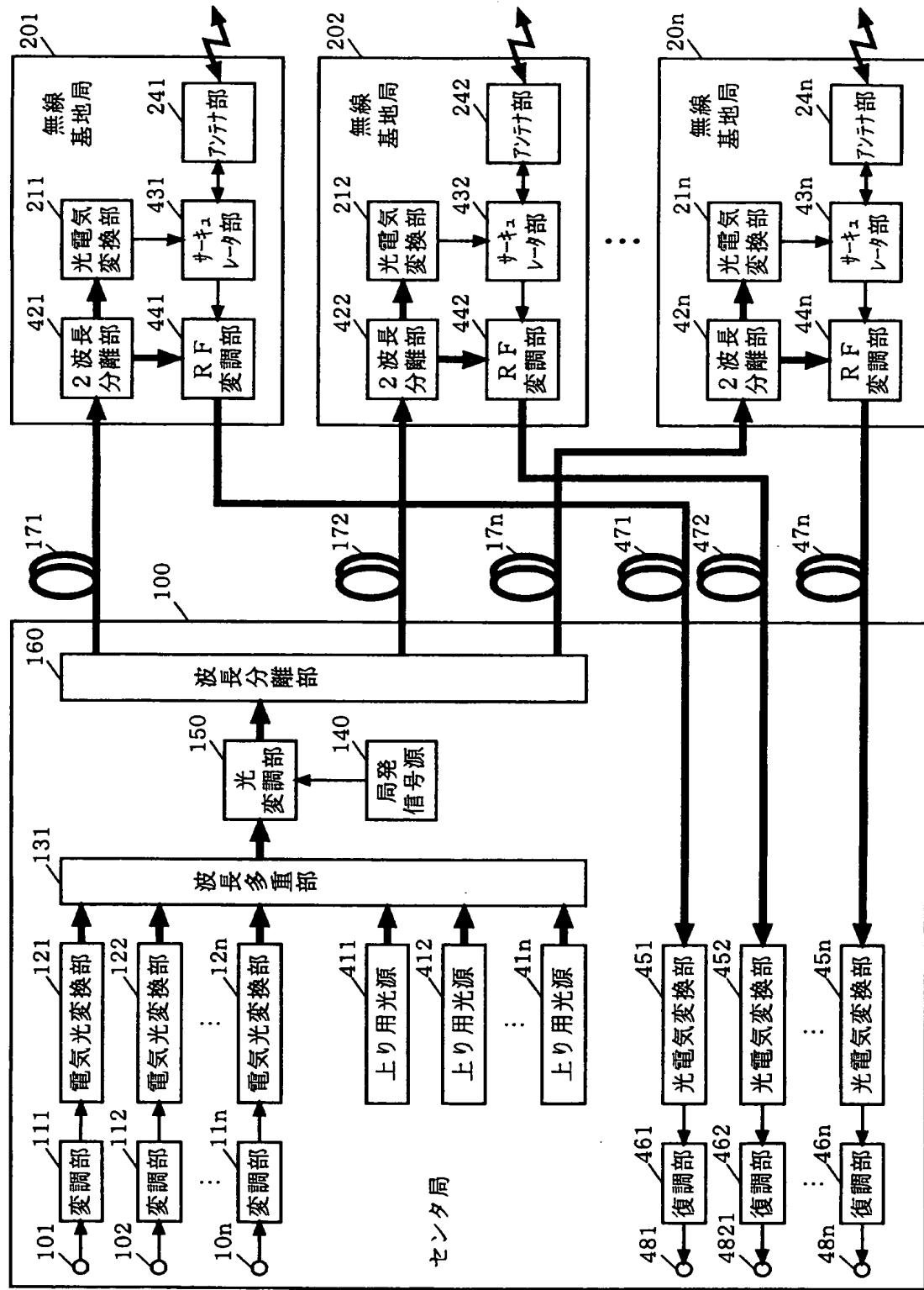
【図2】



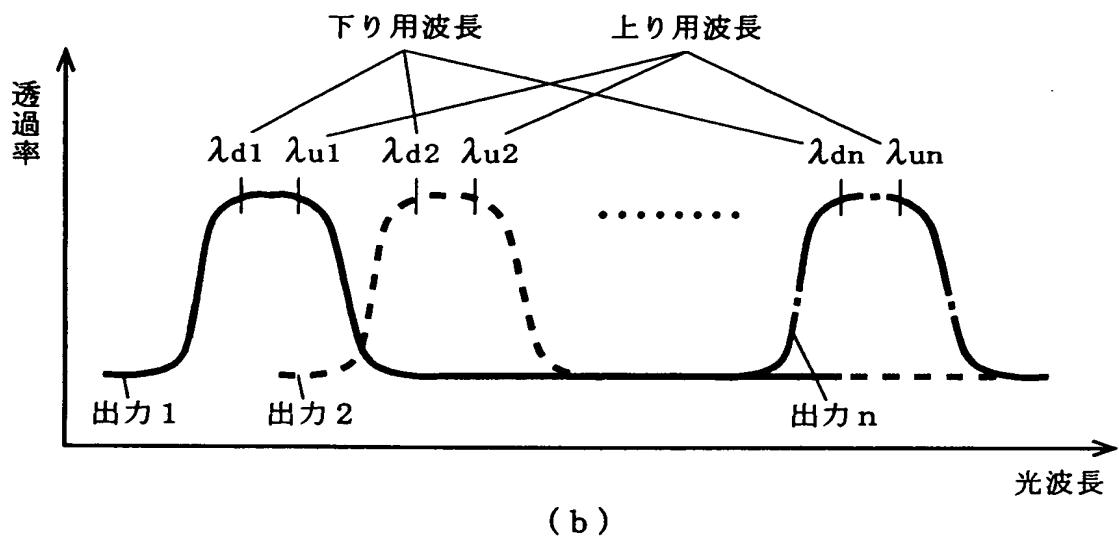
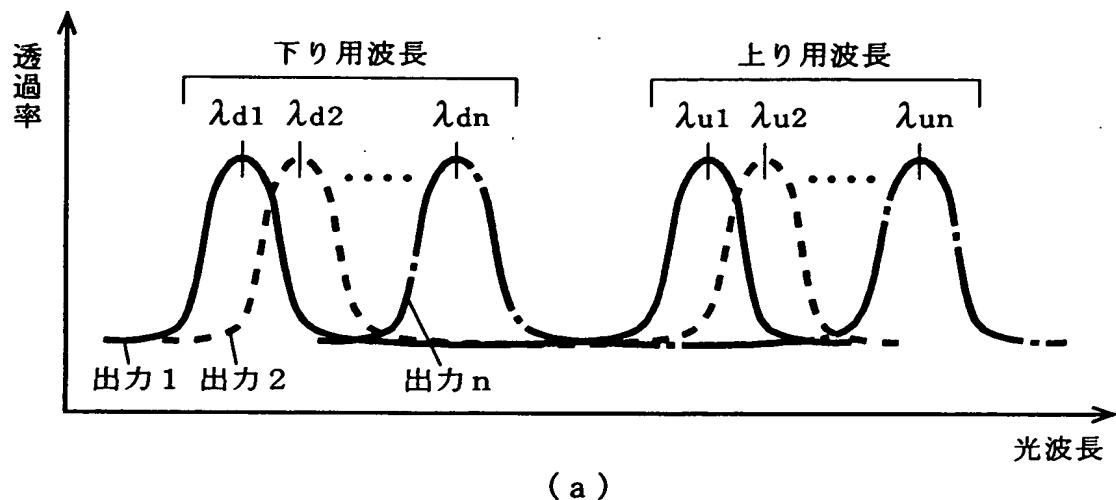
【図3】



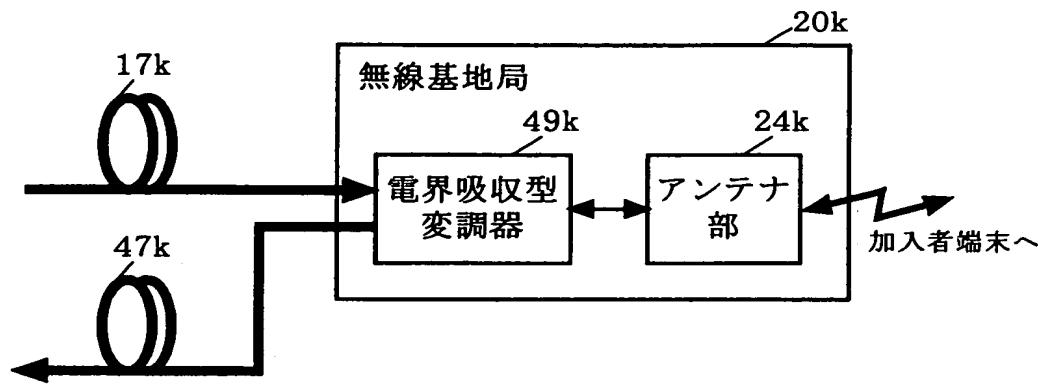
【図4】



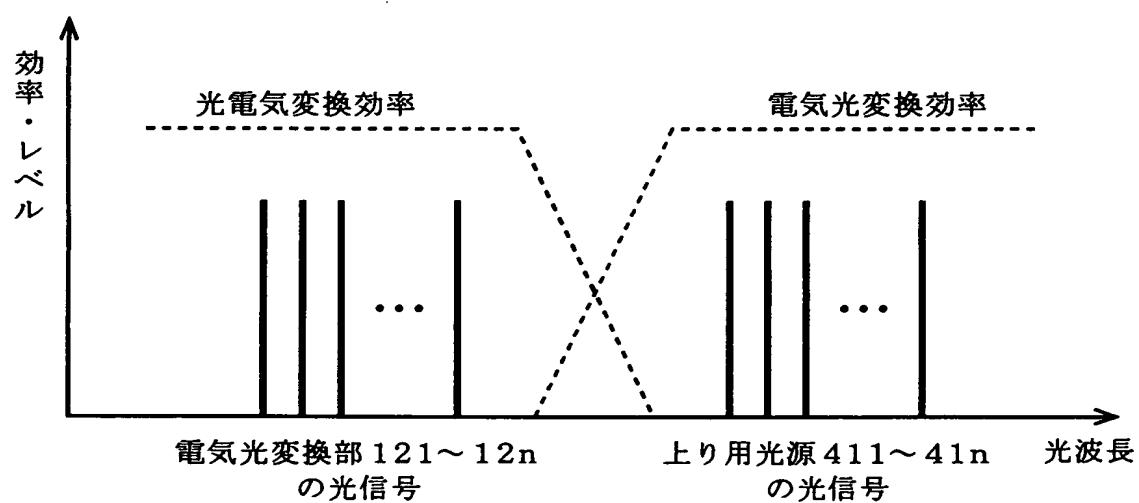
【図5】



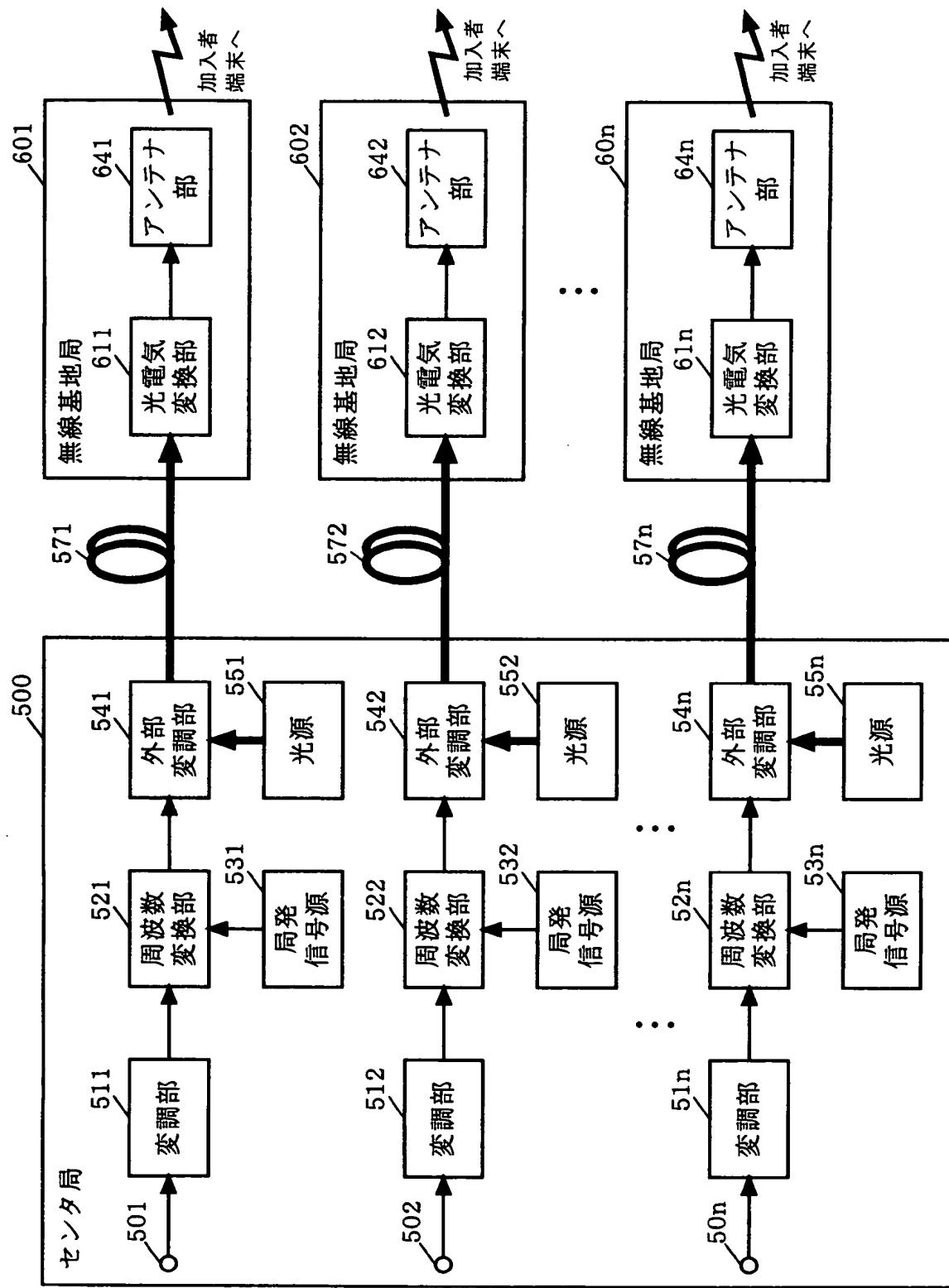
【図6】



【図7】



〔図8〕



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 I F 信号から R F 信号への周波数変換を光伝送路上で光学的に行うと共に、各無線基地局への伝送信号をセンタ局で一括して周波数変換することにより、低コストで実現できる無線アクセス用光伝送システムを提供する。

【解決手段】 変調部は、入力するベースバンド信号を I F 信号に変調する。電気光変換部は、直接変調方式によって I F 信号を光信号に変換する。ここで、各電気光変換部で変換された光信号の波長は、相互に異なるように予め波長が割り当てられる。波長多重部は、変換された光信号を波長多重する。光変調部は、局発信号源が出力する局発信号によって波長多重された光信号を一括して強度変調する。波長分離部は、強度変調された光信号を波長に応じて複数の光信号に分離し、光ファイバを介して各無線基地局へ伝送する。光電気変換部は、入力する光信号を電気変換して R F 信号を得る。この R F 信号は、アンテナ部から空間へ放出される。

【選択図】 図 1

特2000-349874

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-349874
受付番号	50001481498
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成12年11月17日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成12年11月16日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社